

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 15 日現在

機関番号：11401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23500108

研究課題名(和文) 民俗芸能の舞踊の伝承を支援するための電子博物館の構築に関する研究

研究課題名(英文) Construction of a Digital Museum for Assisting to Pass Down the Traditional Folk Dance to the Next Generation

研究代表者

玉本 英夫 (Tamamoto, Hideo)

秋田大学・その他部局等・名誉教授

研究者番号：10108920

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)： 民俗芸能の舞踊(以下、舞踊)の伝承に資するために、舞踊を3次元デジタル情報として記録してCGで再現する技術、舞踊の学習を支援する技術の開発を行って来た。

伝承は、舞踊を現地で鑑賞し舞踊に参加して学びながら行われている。このことを考えたとき、これまで開発して来た技術に加え、現地に行かなくても舞踊を鑑賞でき、舞踊に参加できる環境、地域社会の意志として舞踊を伝承する動機付けを行う環境の提供が重要である。

そこで、本研究では、バーチャルに舞踊の鑑賞、舞踊への参加ができ、また、舞踊の人文的意義、芸術性、これまで開発して来た伝承技術を広く地域に公開できる電子博物館の開発を目指した。

研究成果の概要(英文)： We have developed the following techniques to assist to pass down the traditional folk dance (folk dance) to the next generation. 1) the technique for recording the dance as 3-dimesional digital data and reproducing the dance by means of CG animation, 2) the technique for assisting learners to learn the dance.

The dance has been passed down while people are watching the dance at the site it is performed and are joining the dance to learn it. Considering this passing-down style, it is important that we could provide the community people with the environment that 1) people could watch the dance and join the dance even if they could not visit the dancing site, and that 2) they are motivated to pass down the dance as the strong will of the community.

Hence, we have developed the digital museum where 1) people can virtually watch and join the dance, and 2) we can open to the community our developed techniques and the information about the dance from a humanities and artistic points of view.

研究分野： 計算機工学

キーワード： コンテンツアーカイブ バーチャルリアリティ 電子博物館 民俗芸能 伝承技術 モーションキャプチャ

1. 研究開始当初の背景

(1) 背景

民俗芸能の舞踊は、祖先の生活風景、心象風景、知恵や知識などが深く反映されている貴重な無形文化財である。私たちには、この文化財を後世に伝承していく責務がある。しかし、急速な高齢化や地方の過疎化に伴って後継者不足が深刻な問題になっており、失伝が避けられない状況にある。

このような貴重な無形文化財である民俗芸能の舞踊の伝承に資するために、1997年頃から、情報技術を使って舞踊を3次元デジタル情報として記録・保存し、伝承するための技術開発を行ってきた。

まず、モーションキャプチャを使って舞踊の動きをデジタル情報として記録・保存し、CG技術を使って動きを再現する技術の開発を行った。舞踊を種々の視点から鑑賞することができ、伝承に資する従来にない舞踊の記録・保存方式の提案ができた。

さらに、伝承のためには舞踊の学習支援が必要であると考え、舞踊の学習を支援するためのシステムを開発した。教師の舞踊データ、学習者の舞踊データを比較、計算処理して、どの部位をどのように修正すればよいか、CGを使ってリアルタイムで指示できる。

(2) 研究の動機

当初、民俗芸能の舞踊を伝承していくためには、舞踊の動きのデータを3次元デジタル情報として記録・保存しておく、CGで動きを再現できる技術、学習を支援する技術を開発しておけば、十分であると考えた。しかし、これだけで十分なのかを考察したとき、地域社会の意志として民俗芸能の舞踊を後世に残すという動機付けをしていくこともまた重要であることがわかった。

このためには、これまで開発して来た技術を個別に提示するだけでなく、舞踊の人文的意義、舞踊の芸術性(鑑賞対象)、舞踊の伝承技術等を統合して広く地域社会に公開する技術の開発が必要であった。

2. 研究の目的

(1) 伝承技術

私達は、この十数年、科学研究費補助金などの支援を受けながら、失伝の危機にある民俗芸能の舞踊(以下、舞踊)の記録・保存技術、伝承技術の研究開発を行って来た。

1997年に、舞踊を記録・保存するために舞踊符を提案した。舞踊符とは、モーションキャプチャで取得した舞踊の動きの3次元デジタル情報を基本動作に分割し、名前を付けたものである。舞踊符を並べて、舞踊をデジタル情報として記録でき、また作曲するように舞踊符を並べて舞踊の創作ができる。舞踊符からCGを作って舞踊を再現すれば舞踊を種々の視点から見ることができ、舞踊の伝承に資する新しい記録・保存方法である。

この技術を使って、引き続き舞踊を記録・

保存して公開するために、舞踊符のデータベース構築法を検討した。舞踊符を自動生成してデータベースに登録し、簡単に舞踊符を検索できる手法を開発した。これにより、3次元デジタル情報として民俗芸能の舞踊を後世に残すことが可能となった。

しかし、3次元デジタル情報を残すだけでは、伝承には必ずしも十分ではない。いかに学ぶかが重要であり、そこで、引き続き、舞踊の学習を支援するための舞踊学習支援システムの開発を行った。

(2) 電子博物館

地域社会の意志として民俗芸能の舞踊を後世に伝承すること考えたとき、これまで開発して来た技術だけでは不十分である。1)舞踊の人文的意義、2)舞踊の芸術性(鑑賞対象として紹介)、3)舞踊の伝承を支援する技術、これらの情報を統合して広く地域社会に公開する必要があると考える。

広く情報を公開する方法としては、Webが有効である。そこで、本研究では、これまで開発して来た技術を基盤として、1)~3)の情報を広く地域社会に公開して、地域社会の意志として民俗芸能の舞踊を後世に伝承する動機付けを行う環境を構築するために、「電子博物館」を開発することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 研究の目標

電子博物館の開発あたり、公開する技術として、これまで開発したものだけで十分なのかを考察した。その結果、舞踊の伝承は、本来、舞踊が演じられている場所(以下、現地)に行って舞踊を鑑賞し、さらに舞踊に参加しながら学んでいくことで行われて来ている。このような伝承方法が困難になっている状況(舞踊の現場に出かけられない、舞踊の場の消滅など)が、伝承の大きな障害の一つになっていることがわかった。この状況を鑑み、現地に行かなくてもいつでも舞踊を鑑賞できる、舞踊に参加する体験ができる環境の実現が有効であると考えた。この環境は、VR技術を使ってバーチャルに実現できる。

そこで、本研究では、VR技術を活用してバーチャルに舞踊を体験できるシステムの開発、次いで電子博物館の開発を目指した。

(2) 舞踊のバーチャル体験システムの開発

舞踊は、身体動作、舞台、衣装、音楽など複数の要素(以下、舞台環境)によって成立する芸能である。舞踊をバーチャルに鑑賞する体験ができるために、舞台環境をバーチャルに構築することを考える。このために、1)舞台、2)衣装を身に付けたCGキャラクタ、3)CGキャラクタを動作させる舞踊のmocapデータ、4)楽曲、を用意し、これらを組み合わせることでコンピュータ内に舞台環境を作成し(VR化)、舞台環境をバーチャルに体験できるシステム(体験システム)を提案する。

これにより、舞踊をあたかも現地で鑑賞して、さらに、舞踊に参加している仮想現実感を得ることができる。

舞踊に参加している体験ができるためには、舞台空間の中に自分の分身をおき、それを自身の動きで舞踊を演じさせる必要がある。モーションキャプチャは有効であるが、装置が大規模であり高価であるために、現実的ではない。そこで、簡易な動作入力装置として利用されている KINECT の利用を考える。

舞台空間を構築し、舞踊を鑑賞する体験、また、舞踊に参加する体験ができる環境を構築するために、オーサリングツールの開発が必要である。モデラーで制作した踊り手及び舞台の CG を登録しておいて、これらを使って舞台に踊り手を配置する、MoCap データのデータベースを用意して各踊り手に MoCap 舞台データを割り当てる、楽曲のデータベースを用意して割り当てるなどして、舞台空間を構築する。

VR 技術を使って、視点を様々に変えながら、舞踊の鑑賞できるソフトウェアを開発する。舞台空間に自分の分身を配置して、KINECT を使って入力した自身の動作で、この分身を動かせるソフトウェアを開発する。

(3) 電子博物館の開発

民俗芸能の舞踊を後世に伝承すること考えたとき、これまで筆者らが開発して来た技術だけでは不十分である。1) 舞踊の人文的意義、2) 舞踊の芸術性(鑑賞対象として紹介)、3) 舞踊の伝承を支援する技術、これらの情報を統合して広く地域社会に公開する必要があると考えた。

情報を広く公開するために有効な方法の一つは、Web の活用である。そこで、本研究では、これまで開発して来た技術を基盤として、1) ~ 3) の情報を広く Web を使って地域社会に公開するために、「電子博物館」の構築を目指した。

これまで伝承に資するために開発して来た技術は、次の通りである。1) モーションキャプチャで舞踊の動作を記録・保存(MoCap データ)技術、2) MoCap データを使って舞踊を CG アニメーションで再現する技術、3) 舞踊符の提案と舞踊創作技術、4) 熟練者の模範演技の CG を見て舞踊を学習する学習支援システム、5) 熟練者の模範演技と学習者の舞踊を評価して指示を与える学習支援システム、6) リアルタイム舞踊学習支援システム、7) 舞踊の動作解説コンテンツ作成システム、8) バーチャル体験システム。

電子博物館でこれらの技術を公開するためには、同じ機能を持った Web アプリケーションを開発する必要がある。そこで、上記 8 つの機能を実現する Web アプリケーションを開発し、個別に、動作の確認を行った。

模範演技の制作には、ユーザの骨格モデルを作るために、ユーザの全身写真が必要であ

るが、PC に読み込んだ全身写真をサーバに送信するため、また、ユーザの MoCap データ(Kinect で記録)を電子博物館に送信するための Web アプリケーションを開発した。

4. 研究成果

(1) バーチャル体験システムの開発

① 舞台環境の VR 化

これまでの研究において記録・保存してきた舞踊の MoCap データを用い、また DVD の舞踊教材を参考にして、秋田県内の 5 つの盆踊りを中心に 14 種類の MoCap データ、10 種類の音楽、8 種類の舞台、14 種の踊り手を VR 化した。また、KINECT を用いて体験システムの利用者(ユーザ)の動きをコンピュータ上で再現できるようにした。

② 舞台環境のバーチャル体験システム

体験システムを起動すると、図 1(a)に示すような画面が表示される。ユーザはまず、プレイヤ選択画面(図 1(b))に移行し、自身の分身(アバタ)となる CG の踊り手を選択する。

次に、「舞台選択」か「舞台作成」アイコンのいずれかを指定する。「舞台選択」ではリストや地図(図 1(c))から、あらかじめ設定された舞台環境を選択することができる。「舞台作成」(図 1(d))では、VR 化されている CG の踊り手、MoCap データ、音楽、舞台を組み合わせて、舞台上に CG の踊り手を自由に配置して舞台環境を作成することができる。これによって、実在の舞台環境を体験できるだけでなく、ユーザが舞台環境を演出する体験ができる。

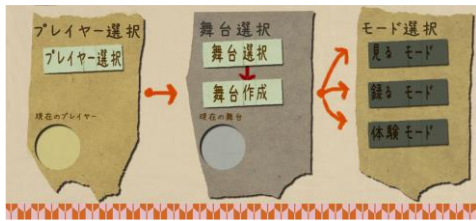
舞台環境の設定が終わると、モードを指定して、舞台環境を体験する。「見るモード」(図 1(e))ではマウスを用いて視点を動かしながら舞台環境を閲覧できる。ユーザは実際の会場に足を運ばなくても、舞台環境を散策する体験ができる。また、上空からの視点や踊り手の視点からの閲覧など、実環境では困難な視点での閲覧も可能である。

「体験モード」(図 1(f))では、KINECT で取得したユーザの動作データでアバタが動き、踊りに参加する体験ができる。「録るモード」ではそのアバタの動きが記録・保存され、後で自分の動きを見直すことができる。

③ まとめ

民俗芸能の舞踊は、身体動作だけでなく、舞台や衣装などの舞台環境によって成立する芸術である。そこで、民俗芸能の伝承に資するために、舞台環境をバーチャル体験可能なシステムを構築し、会場に足を運ばなくても、舞踊を体験できるようにした。今後の課題として、舞台環境の再現性の向上がある。

本システムをインストールした PC と表示装置を用意すれば、いつでもどこでも舞踊のバーチャル体験ができる。移動式の電子博物館としての活用が考えられる。



(a) 起動時の画面



(b) プレイヤ選択画面



(c) 舞台選択画面



(d) 舞台作成画面



(e) 見るモード (d) 体験モード
図1 舞踊のバーチャル体験システム

(1) 電子博物館の構築

① システム構成

本システムでは、テキスト、画像および映像のような従来のWeb ページで提示されていたコンテンツ(2D コンテンツ)に加え、CG を用いてインタラクティブにMoCap データを閲覧できるコンテンツ(VR コンテンツ)をWeb ブラウザ上で提示する。

本システムの構成を図2 に示す。2D および VR コンテンツを同一のWeb ページ内で閲覧するために、HTML およびCSSを用いてコンテンツのレイアウトとWeb ページのデザインを定義し、HTML の div タグの id 属性および class 属性を用いて各コンテンツを配置した。jQuery を用いて表示するコンテンツの変更や Web ページ遷移の機能を実装し、ユーザがインタラクティブにコンテンツにアクセスできるようにした。VRコンテンツをWeb ブラウ

ザで実行するためにJavaApplet および Unity プラグインで実装した。MoCap ファイルのダウンロードやVR 環境での移動のようなVR コンテンツに固有のインタフェースはそれぞれのプラグイン環境を利用し、コンテンツ毎に最適化して実装した。ファイルのアップロード等サーバとの通信には PHP を用いた。

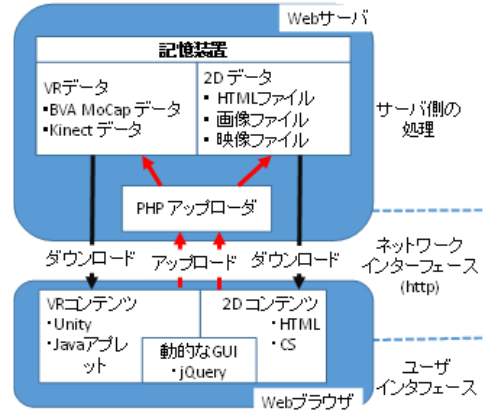


図2 電子博物館の構成

② 実装コンテンツ

本システムでは、3 種類の2D コンテンツおよび5 種類のVRコンテンツを実装した。表1 に本システムで実装したコンテンツおよび各コンテンツのdiv の属性を示す。同表(a) は2D コンテンツのリストである。2D コンテンツのうち“テキスト” および“画像のスライドショー”コンテンツは複数のテキストや画像を入れ替えて表示するコンテンツであるので、コンテンツの種類を class 属性で指定し、入れ替えの対象となるテキストや画像の組み合わせを id で指定するものとした。同表(b) はVR コンテンツのリストである。VR コンテンツのうち“舞踊創作ソフトウェア”は収録されたMoCap データを組み合わせる新しい踊りを作成するプログラムであり、特定の舞踊の解説に用いるプログラムではないので、div タグは用いずに JavaApplet を呼び出すものとした。

各コンテンツを配置したひな形ページを作成、これをコピーして修正することによって、新しいコンテンツが容易に追加できるようにした。

表1 電子博物館のコンテンツ

(a)2Dコンテンツ	Divのid(class)
テキスト	Keijiban(class)
画像のスライドショー	rollImage(class)
動画	DeMove
(b) VRコンテンツ	Divのid(class)
VRワークスルー	DcCG
キネクトを使った体験	DeKinect
解説付CGアニメーション	DcConCre
簡易骨格モデル作成	DcModelCreate
舞踊創作ソフトウェア	Id, classなし

③ ブラウザでの動作実験

プロバイダ“きたうら花ネット”が運営するWebサーバ上に構築した電子博物館をアップロードして動作実験を行い、コンテンツが閲覧できることを確認した。閲覧に用いたブラウザは Fire Fox 37.0.1 である。Unity プラグインおよび JavaApplet プラグインはあらかじめインストールしておいた。

図3に提案システムにアクセスしたときのスクリーンショットを示す。同図(a)は本システムのトップページで、ページ遷移ボタンおよびメニューボタンのインターフェースが表示されている。同図(a')はメニューボタン上にマウスカーソルがあるときの画面である。同図に示すように非同期に説明用のテキストコンテンツが読み込まれ、各項目の説明が表示される。ユーザは、画面上部のページ遷移ボタンから閲覧したいページを選択し、Webページを移動することができる。

同図(b)に舞踊を展示するページの様子を示す。トップページと同様のページ遷移ボタンに加え、画面右側にコンテンツ選択ボタンおよびテキストコンテンツが表示される。

舞踊展示のトップページでは画面の中央に2Dコンテンツである画像のスライドショーが表示されている。ユーザがコンテンツ選択ボタンをクリックすると、クリックしたボタンに応じて、同図(c)に示すようなVRウォークスルーコンテンツや同図(d)に示す解説付きCGアニメーションのプログラムが非同期に読み込まれ、画面中央に表示される。また、コンテンツを切り替えても、テキストコンテンツは表示されたままになっており、中央に表示されるコンテンツの種類によらず、舞踊の解説を閲覧することができる。

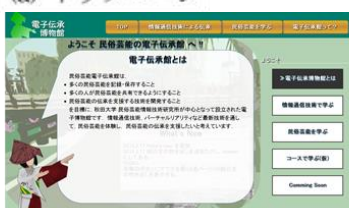
④ まとめ

本研究では、3次元時系列データであるMoCapデータを含むマルチメディアデータをネットワーク上で管理し、2DコンテンツとVRコンテンツを共通のインターフェースから閲覧できる電子博物館を試作した。

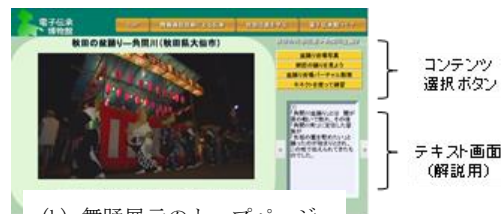
本システムによって、2DコンテンツとVRコンテンツをWebブラウザで表示できた。また、ユーザの入力に応じて2DコンテンツとVRコンテンツを非同期に切り替えて閲覧できるようになった。



(a) トップページ



(a') メニューボタン上にマウスカーソル



(b) 舞踊展示のトップページ



(c) VRコンテンツ (ウォークスルー)



(d) 2Dコンテンツ(映像)

図3 電子博物館のスクリーンショット

今後の展望として、VRコンテンツ内でのインタラクションのようなユーザどうしのコミュニケーションを支援する手法の実装がある。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計7件)

- ①柴田 傑、玉本英夫、松本奈緒、三浦 武、横山洋之、“学習者中心のインタラクティブ舞踊学習支援システムの開発”、電子情報通信学会論文誌 D、査読有、Vol. J97-D、2014、pp.1014-1023.
- ②T. Miura, T. Kaiga, T. Shibata, H. Katsura, K. Tajima, H. Tamamoto, “A hybrid Approach to Keyframe Extraction from Motion Capture Data Using Curve Simplification and Principal Component Analysis,” IEEJ Trans. on Electronics, Information and System, 査読有, 2014, Vol. 9, pp. 697-699.
- ③T. Miura, N. Matsumoto, T. Kaiga, H. Katsura, K. Tajima, H. Tamamoto, “Indexing of Motion Capture Data Using Feature Vectors Derived from Posture Variation,” Journal of Information Processing, 査読有, Vol.21, 2013, pp.358-361.
- ④ T. Miura, T. Kaiga, N. Matsumoto, H. Katsura, T. Shibata, K. Tajima, H. Tamamoto, “Characterization of Motion Capture Data by Motion Speed, Variation,” IEEJ Trans. on Electronics, Information and System, 査読有, Vol. 133, 2013, pp. 906-907.
- ⑤柴田 傑、玉本英夫、海賀孝明、横山洋之、“身体動作の3次元計測によるリアルタイム舞踊学習支援システム”、日本バーチャルリアリティ学会論文誌、Vol.17、2012、pp.353-360.

- ⑥柴田 傑、玉本英夫、海賀孝明、横山洋之、
“舞踊学習用 CG におけるカメラワーク生成の
ためのショット決定法”、情報処理学会論文誌、
査読有、Vol. 53、2012、pp.1216-1227.
- ⑦松本奈緒、三浦 武、海賀孝明、柴田 傑、
齋藤龍一、桂 博章、玉本英夫、“秋田の盆踊
りの学習におけるデジタルコンテンツを用いた
学習支援の効果と限界”、舞踊學、査読有、
Vol.34、2012、pp.1-10.

[学会発表] (計 13 件)

- ① T.Miura, T.Kaiga, T.Shibata, H.Katsura,
K.Tajima, H.Tamamoto, “Coupled Motion
Capture and Text Analysis of Japanese Folk
Dance,” ACM SIGGRAPH ASIA 2014,
Shenzhen(China).
- ②泉 朝子、玉本英夫、横山洋之、“AR 技術を
使用した舞踊の学習支援システムの開発”、平成 26 年度電気関係学会東北支部連
合大会、2014 年 8 月 21 日～22 日、山形大学
(米沢市)
- ③ T.Shibata, Y.Kagaya, H.Tamamoto, H.
Yokoyama, “A Handing-down Method for the
Japanese Folk Dances Using Virtual Reality
Technique,” 国際ワークショップ「人文・社会
科学と脳科学との連携に向けて」、2014 年 2 月
20 日、東北大学(仙台市).
- ④柴田 武、玉本英夫、“VRを用いた民俗芸能
の体験／学習システム”、産学官連携フェア
2014winter みやぎ、2014 年 1 月 28 日、仙台
国際センター(仙台市).
- ⑤柴田 傑、加賀谷 有、玉本英夫、横山洋之、
“民俗芸能の舞踊の舞台環境バーチャル体験
システム”、日本シミュレーション&ゲーミング
学会 2013 秋期全国大会、2013 年 12 月 7 日
～8 日、東北大学(仙台市).
- ⑥佐藤知佳、玉本英夫、横山洋之、藤原克哉、
“モーションキャプチャデータの活用を目的と
した電子博物館の構築”、平成 25 年度第 2 回
情報処理学会東北支部研究会、2013 年 12 月
2 日、秋田大学(秋田市).
- ⑦小坂 晋、柴田 傑、玉本英夫、横山洋之、
桂 博章、“三味線の基礎演習における撥の
動きの学習支援システム”、平成 25 年度電気
関係学会東北支部連合大会、2012 年 8 月 30
日～31 日、秋田県立大学(由利本荘市).
- ⑧加賀谷有、横山洋之、玉本英夫、“舞踊の舞
台空間バーチャル体験システムの開発”、平
成 24 年度第 2 回情報処理学会東北支部研
究会、2012 年 12 月 3 日～4 日、秋田大学(秋
田市).
- ⑨柴田 傑、玉本英夫、松本奈緒、三浦 武、
横山洋之、“モーションキャプチャとVR技術
を用いた舞踊教育支援システム”、情報処理学
会第 74 回全国大会、2012 年 3 月 8 日、名古
屋工業大学(名古屋市).
- ⑩小坂 晋、柴田 傑、玉本英夫、桂 博章、横
山洋之、“三味線演奏における基本動作習得
のための特徴表示システムの提案”、第 10 回
情報科学技術フォーラム(FIT2011)、2011 年 9

月 7 日～9 日、函館大学(函館市).

- ⑪柴田 傑、海賀孝明、玉本英夫、横山洋之、
“モーションキャプチャを用いたリアルタイム舞踊
学習支援システムの検討”、日本素材物性学
会平成 23 年度年会、2011 年 6 月 28 日、秋田
ビューホテル(秋田市).
- ⑫玉本英夫、齋藤龍一、柴田 傑、“情報技術
を活用した民俗芸能の舞踊の学習支援”、日
本シミュレーション&ゲーミング学会 2011 年春
期全国大会、2011 年 5 月 29 日、千葉工業大
学(習志野市).
- ⑬T.Miura, T.Kaiga, N.Matsumoto, H.Katsura,
K.Tajima, H.Tamamoto, “Application of the
Bayesian Information Criterion to Keyframe
Extraction from Motion Capture Data,”
Siggraph Asia 2011, 2011 年 12 月 12 日～15
日, Hong Kong.

[産業財産権]

○取得状況 (計 1 件)

名称: 手指関節位置推定装置、及び手指関節
位置推定方法

発明者: 吉村 昇、水戸部一孝、玉本英夫

権利者: 秋田大学

種類: 特許

番号: 特許第 5305383 号

出願年月日: 2008 年 10 月 7 日

取得年月日: 2013 年 7 月 5 日

国内外の別: 国内

[その他]

(1) ホームページ

①<http://dmofda.hana.jp/DMuseum/>

(2) テレビ放映

①NHK 総合テレビ「サキどり↑ 発明で生
き残れ “大学発” ビジネス最前線”
2014 年 8 月 31 日 (日) 8:25～8:57

②日本テレビ「Oha!4 NEWS LIVE」
2011 年 12 月 4 日 (月) 16:13～17:50

③日本テレビ「NNN ストレートニュース」
2011 年 12 月 4 日 (日) 11:30～11:45

④秋田放送テレビ「ABS news every」
2011 年 12 月 1 日 (木) 18:15～19:00

6. 研究組織

(1) 研究代表者

玉本 英夫 (TAMAMOTO HIDEO)

秋田大学・名誉教授

研究者番号: 80250900

(2) 連携研究者

① 横山 洋之 (YOKOYAMA HIROSHI)

秋田大学・工学資源学研究科・講師

(現情報統括センター・准教授)

研究者番号: 80250900

② 湯川 崇 (YUKAWA TAKASHI)

福島工業高等専門学校・准教授 (現教授)

研究者番号: 60289741

(3) 研究協力者

① 柴田 傑 (SHIBATA TAKESHI)

② 海賀孝明 (KAIGA TAKAAKI)